

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60210826  
PUBLICATION DATE : 23-10-85

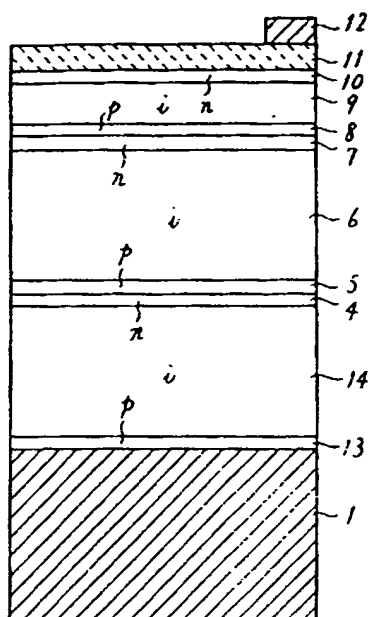
APPLICATION DATE : 03-04-84  
APPLICATION NUMBER : 59067919

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : NAKAMURA GENSHIRO;

INT.CL. : H01F 31/04

TITLE : SOLAR BATTERY



ABSTRACT : PURPOSE: To realize large absorption coefficient and high carrier mobility by fine crystallizing main excitation carrier generating film layer which forms the junction lower than the third layer in the multilayer structure of amorphous semiconductor junction.

CONSTITUTION: The p type fine crystal SiGe film 13 and the i-type fine crystal SiGe film 14 are formed on a substrate 1. Next, the n type amorphous Si (a-Si: H) film 4, P type a-Si:H film 5, i type a-Si:H film 6, n type a-Si:H film 10 are stacked on said films. Since the films 13, 14 forming the lower layer of three-layer structure are set in the condition where the amorphous condition and fine crystal condition coexist, a large absorption coefficient, a high carrier mobility, improved carrier life time and a low optical gap can be realized at a time. Thereby, sensitivity becomes large even in the long wavelength region and the photo-electric conversion efficiency can be enhanced.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報(A) 昭60-210826

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 01 F 31/04

識別記号 庁内整理番号  
6969-5E

⑭ 公開 昭和60年(1985)10月23日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 太陽電池

⑯ 特 願 昭59-67919

⑰ 出 願 昭59(1984)4月3日

⑱ 発 明 者 白 井 正 明 伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・  
アイ研究所内

⑲ 発 明 者 中 村 源 四 郎 伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・  
アイ研究所内

⑳ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 大 岩 増 雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

太陽電池

2. 特許請求の範囲

(1) アモルファス半導体接合を少なくとも3層有する多層構造の太陽電池において、光入射側から第3層目以降の上記接合を形成する主動起キャリア発生膜層を微結晶化させたことを特徴とする太陽電池。

(2) 微結晶化主動起キャリア発生膜層はアモルファス半導体膜層をフラッシュアニール法でアニーリングしてなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の太陽電池。

(3) 微結晶化主動起キャリア発生膜層はアモルファス半導体膜層をレーザ光でアニーリングしてなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の太陽電池。

(4) 微結晶化主動起キャリア発生膜層のみシリコンとケルマニウムとの混晶を用い、その他のアモルファス半導体膜層にはシリコンを用いたこと

を特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載の太陽電池。

(5) 光入射側とは反対側の基板に接する半導体膜層をp形とし、その価電子制御不純物としてアルミニウムを用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載の太陽電池。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

この発明は太陽電池に係り、特にpn接合を多層に有する太陽電池の光電変換効率の向上に関するものである。

(従来技術)

第1図の高効率化を計った従来の多層構造のアモルファス太陽電池の構造を示す断面図で、(1)はステンレス鋼板、アルミニウム板、セラミック板などのいずれか1つ、またはこれらの複合材料からなる基板、(2)は基板(1)の上に形成されたp形アモルファスシリコン(以下「a-Si:H」という。)膜、(3)はi形アモルファスシリコンゲルマニウム

(以下「 $a\text{-SiGe:H}$ 」という。)膜、(4)は $n$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜で、膜(2)、(3)および(4)はこの多層構造素子の最下層部を構成し太陽光の長波長成分を担当する。(5)は $p$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜、(6)は $i$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜、(7)は $n$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜で、膜(5)、(6)および(7)はこの多層構造素子の中心部分を構成する。(8)は $p$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜、(9)は $i$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜、(10)は $n$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜で、膜(8)、(9)および(10)はこの多層構造素子の表面側部分を構成する。(11)は反射防止を兼ねた透明導電膜、(12)はグリッド電極である。

次にこの多層構造素子の動作について説明する。高効率の太陽電池を実現するためには、太陽光の有効利用をはからなければならない。すなわち、太陽光スペクトルに合った光感度特性を有する太陽電池を作製しなければならない。その一例として、第1図に示されている多層構造素子があげられる。この素子は、太陽光スペクトルを3分割し、それをそれぞれのユニットセルが受け持つ構造となつている。その3つのユニットセルの第1は、表面側で短波長光成分を利用する膜(8)、(9)および

(10)の $a\text{-Si:H}$ セルで、次に第2のユニットセルはその表面側の膜(6)、(9)および(10)の層の下にあり、これを透過してきた光を利用する膜(5)、(6)および(7)の $a\text{-Si:H}$ セルである。この $a\text{-Si:H}$ セルの $i$ 形 $a\text{-Si:H}$ 膜(6)の光学的禁帯幅(以下「オプティカルギャップ」という。)は $1.8\text{eV}$ 程度であるので、上記の2層セルでは、太陽光の長波長成分を有効に利用しているとはいえない。そこでこの $a\text{-Si:H}$ よりオプティカルギャップの小さい材料で長波長光を利用する必要がある。それがこの素子の第3層目で、上の2層を透過してきた長波長光を利用する膜(2)、(3)および(4)の $a\text{-SiGe:H}$ セルで、この $a\text{-SiGe:H}$ セルの $i$ 形 $a\text{-SiGe:H}$ 膜(3)のオプティカルギャップは、 $1.45\text{eV}$ 程度である。この3つのセルを積層することによつて、広い波長感度を持つと共に高い開放端電圧を有する太陽電池となる。

ところが、従来の多層構造素子の第3層目に使用されている $i$ 形 $a\text{-SiGe:H}$ 膜(3)のオプティカルギャップは、 $1.45\text{eV}$ 程度しかなく、最適な波長感

度のための $1.1\text{eV}$ 程度には程遠いので、太陽光の有効利用という点から今一步の状態にある。これは、 $i$ 形 $a\text{-SiGe:H}$ 膜(3)のオプティカルギャップを下げるためには、膜中の $\text{Ge}$ 濃度を高めるように成膜すれば良いわけであるが、現在のプラズマCVD法では、膜中の $\text{Ge}$ 濃度を高くすると、キャリアの移動度やライフタイム等の膜質が低下するという欠点があつた。

#### 〔発明の教養〕

この発明は以上のような点に鑑みてなされたもので、アモルファス半導体接合の多層構造において、第3層目より下の接合を形成する主動起キャリア発生膜層を微結晶化することによつて、大きな吸収係数と、高いキャリア移動度と、改良されたキャリアライフタイムと、低いオプティカルギャップとを共に実現し、長波長域でも感度が大きく、光電変換効率の高い太陽電池を提供するものである。

#### 〔発明の実施例〕

第2図はこの発明の一実施例の構成を示す断面

図で、第1図の従来例と同一符号は同等部分を示し、その重複説明は避ける。第2図において、(3)はアルミニウム( $\text{Al}$ )をドーパントとして形成された $p$ 形微結晶 $\text{SiGe}$ 膜、(4)は $i$ 形微結晶 $\text{SiGe}$ 膜で、この膜(3)および(4)がこの実施例において改良されたものである。

次に、この実施例の製造方法について説明する。例えば、ステンレス鋼板からなる基板(1)上に $\text{Al}$ を蒸着し、この上に高濃度 $\text{Ge}$ の $i$ 形 $a\text{-SiGe:H}$ 膜をプラズマCVD法で成膜し、これにフラッシュアニールを、 $a\text{-SiGe:H}$ が結晶化して、アモルファス状態と微結晶状態との中間的な状態が生じる条件で施すと、 $\text{Al}$ は $p$ 形ドーパントとして $i$ 形層の中に拡散して $p$ 形微結晶 $\text{SiGe}$ 膜(3)の部分で形成され、残余の部分は $i$ 形微結晶 $\text{SiGe}$ 膜(4)となる。その上の膜(4)～(10)は従来同様プラズマCVD法で形成する。

以上のように、この実施例では3層構造の最下層部を構成する膜(3)、(4)をアモルファス状態と微結晶状態とが混在する状態にしたいので、大きな

特開昭60-210826(3)

吸収係数と、高いキャリア移動度と、改善されたキャリアライフタイムと、低いオプティカルギャップとを共に実現でき、長波長領域でも感度が大きく、光電変換効率を高くすることができる。

上記説明では、極めて短時間の加熱で不純物プロファイルを崩すことなくアニーリングが行えるフラッシュアニール法を利用したが、レーザアニール法を用いてもよい。しかし、この場合、レーザ光の波長によつてアニーリングできる領域がある程度決まってしまう。

なお、上記実施例ではp-i-n接合の3層構造を示したが、pn接合でもよく、また層数も3層に限るものではない。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、この発明になる太陽電池ではアモルファス半導体接合の多層構造において、第3層目より下の接合を形成する主動起キャリア発生膜層を微結晶化したので、大きな吸収係数と、高いキャリア移動度と、改善されたキャリアライフタイムと、低オプティカルギャップとを共に実

現でき、長波長領域でも感度が大きく、光電変換効率を高くすることができる。

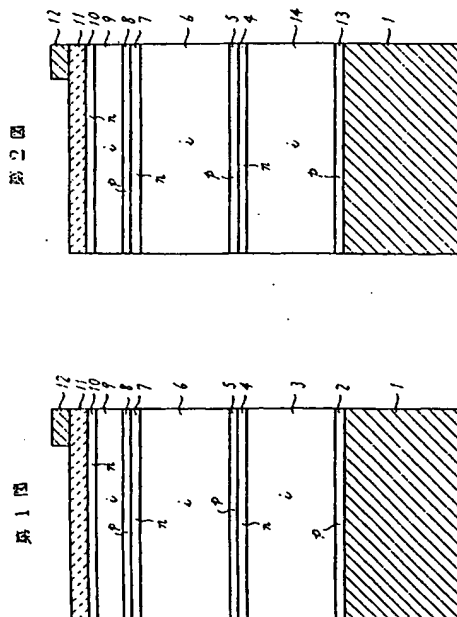
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の多層構造のアモルファス太陽電池の構造を示す断面図、第2図はこの発明の一実施例の構造を示す断面図である。

図において、(1)は基板、(4)、(7)および(10)はn形a-Si:H膜、(5)および(8)はp形a-Si:H膜、(6)および(9)はi形a-Si:H膜、(11)は透明導電膜、(12)はグリッド電極、(13)はp形微結晶SiGe膜、(14)はi形微結晶SiGe膜である。

なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄



手続補正書(自発)

昭和 59 年 8 月 22 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 59-67919号

2. 発明の名称 太陽電池

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
名 称 (601)三菱電機株式会社  
代表者 片山 仁 八 郎

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
三菱電機株式会社内  
氏 名 (7375)弁理士 大 岩 増 雄  
(〒100 03(21)3121(特許部))

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を添付別紙記載の通りに訂正する。

7. 添付書類の目録

訂正後の特許請求の範囲を示す書面 1 通  
以 上

特許請求の範囲

(1) アモルファス半導体接合を少なくとも3層有する多層構造の太陽電池において、光入射側から第3層目以降の上配接合を形成する主励起キャリア発生膜層を微結晶化させたことを特徴とする太陽電池。

(2) 微結晶化主励起キャリア発生膜層はアモルファス半導体膜層をフラッシュアニール法でアニーリングして形成されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の太陽電池。

(3) 微結晶化主励起キャリア発生膜層はアモルファス半導体膜層をレーザー光でアニーリングして形成されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の太陽電池。

(4) 微結晶化主励起キャリア発生膜層のみシリコンとゲルマニウムとの混晶を用い、その他のアモルファス半導体膜層にはシリコンを用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載の太陽電池。

(5) 光入射側とは反対側の基板に接する半導体

膜層をp形とし、その価電子制御不純物としてアルミニウムを用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載の太陽電池。